УДК 004.89:004.93

А.С. Звенигородский[1], А.В. Бойко[1], С.Б. Иванова[2]
[1]Государственный университет информатики и искусственного интеллекта,
г. Донецк, Украина
[2]Институт проблем искусственного интеллекта МОН Украины и НАН Украины, г. Донецк
sbi@iai.dn.ua, zas@suiai.edu.ua, boykoav4@gmail.com

Оценка интерфейсов тестовых систем электронных учебников

В статье рассматривается проблема оценки интерфейсов систем тестирования электронных учебников. Производится сравнение интерфейсов двух электронных учебников с помощью количественного метода GOMS. Приводятся результаты расчета, обсуждаются варианты интерфейсов систем тестирования знаний электронных учебников.

Введение

На данный момент существует огромное количество методов анализа пользовательских интерфейсов, которые делятся на количественные и эвристические. В эвристических методах с помощью пассивного наблюдения за тестированием нового интерфейса с участием нескольких добровольцев опытный разработчик интерфейсов может узнать столько же ценной информации, сколько можно получить с помощью любого метода количественного анализа, но количественные методы помогают понять важнейшие аспекты взаимодействия человека с машиной [1].

Одним из лучших подходов к количественному анализу моделей интерфейсов является классическая модель GOMS (Goals, Operators, Methods, and Selection rules), разработанная в 1983 г. Stuart Card, Thomas P. Moran и Allen Newell [2]. Существуют различные модели анализа пользовательских интерфейсов, которые базируются на GOMS: CPM-GOMS, KLM-GOMS, NGOMSL. Эти модели имеют универсальное применение и используются для оценки систем мониторинга, контроля объектов, текстовых и графических редакторов и т.д. Следует отметить, что в интерфейсах электронных учебников необходимо учитывать процессы, происходящие в сознании человека при приобретении знаний. Одним из таких процессов является фокус внимания. Если интерфейс не продуман, то пользователю приходится при переключении фокуса внимания тратить много времени на интерфейс, в ущерб сосредоточения внимания на учебном материале. В целом электронный учебник – сложная система со многими интерфейсами, в которых роль фокуса внимания различна, поэтому и требования к ним также различны. Наиболее интенсивное внимание при работе с электронными учебниками требуется при тестировании, поэтому интерфейс систем тестирования имеет существенное влияние на результаты обучения.

Целью данной работы является исследование количественных методов анализа моделей пользовательских интерфейсов систем тестирования электронных учебников и разработка рекомендаций по их улучшению.

Модель GOMS

Анализ пользовательского интерфейса по модели GOMS основывается на том, что время, требующееся для выполнения какой-то задачи системой «пользователь – компьютер», является суммой всех временных интервалов, которые потребовались

системе для выполнения последовательности элементарных жестов, составляющих данную задачу [1]. С помощью лабораторных исследований был получен набор временных интервалов, требуемых для выполнения различных жестов (табл. 1) [2].

Таблица 1 – Набор временных интервалов, требуемых для выполнения различных жестов

Обозначение / Время	Описание
K = 0.2 с	Нажатие клавиши. Время, необходимое для того, чтобы нажать клавишу.
P = 1.1 с	Указание. Время, необходимое пользователю для того, чтобы указать на какую-то позицию на экране монитора.
H = 0.4 с	Перемещение. Время, необходимое пользователю для того, чтобы переместить руку с клавиатуры на ГУВ или с ГУВ на клавиатуру
M = 1.35 с	Ментальная подготовка. Время, необходимое пользователю для того, чтобы умственно подготовиться к следующему шагу.
R	Ответ. Время, в течение которого пользователь должен ожидать ответ компьютера

На практике эти значения могут быть разными для неопытного или опытного Пользователя ПК, но с помощью этих типичных значений мы можем сделать правильную *сравнительную оценку* между двумя интерфейсами по уровню эффективности их использования [2].

Для сравнительной оценки интерфейсов пользователя были выбраны два электронных учебника (ЭУ) разработки Отдела электронных учебников Государственного университета информатики и искусственного интеллекта (г. Донецк): «Практикум по физике» и «Мультимедиа-математика». Электронные материалы ЭУ «Практикум по физике» имеют представление в виде семантической сети и помещены в базу знаний LYK [3].

Модель GOMS для интерфейсов систем тестирования ЭУ

Проведем анализ пользовательского интерфейса системы тестирования с помощью модели GOMS двух ЭУ. Как правило, в системах тестирования на каждый ответ отводится определенное время. В общем случае это время складывается из времени обдумывания вопроса, времени работы с интерфейсом и времени переключения внимания с вопроса на интерфейс и с интерфейса на вопрос. При оценке рассматривалась ситуация, когда пользователь уже находится в режиме тестирования, подготовился к прохождению оценки знаний, дает ответы на вопрос не задумываясь, т.е. тратит на обдумывание ноль секунд. Количество вопросов в тесте равно четырем. Рассматривается сценарий, когда пользователь дает на первый вопрос верный ответ, а на второй – неверный.

При тестировании знаний в ЭУ «Мультимедиа-математика» следует выполнить следующие действия: прочесть вопрос, перевести указатель манипулятора мышь на правильный вариант ответа, подтвердить правильный ответ на вопрос (рис. 1), прочесть сообщение о том, что ответ верный (рис. 2) и закрыть окно с сообщением.

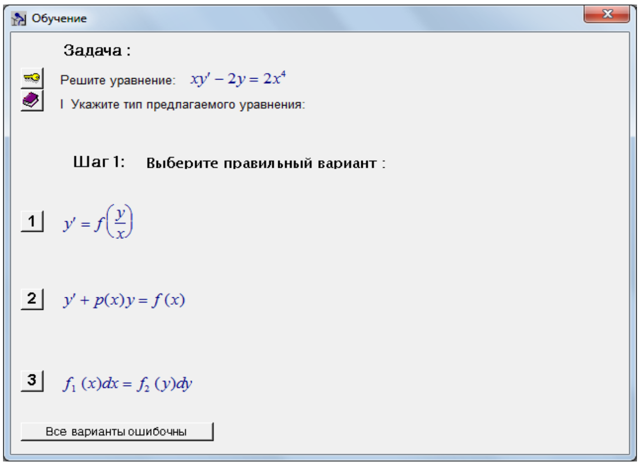


Рисунок 1 – Интерфейс тестирования в ЭУ «Мультимедиа-математика»

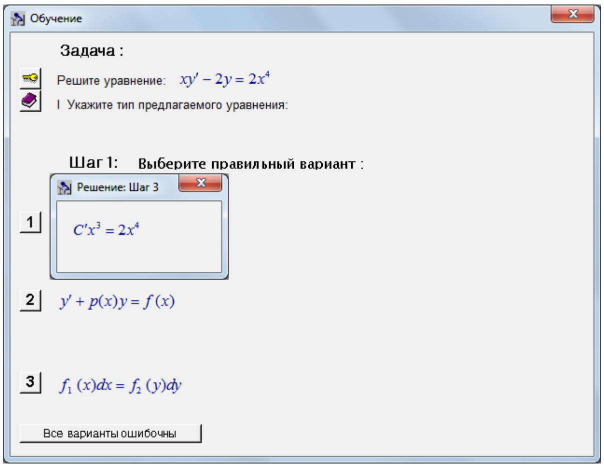


Рисунок 2 – Интерфейс тестирования в ЭУ «Мультимедиа-математика» при правильном ответе на вопрос

После этого происходит автоматический переход на следующий вопрос. Теперь в соответствии с заявленным сценарием необходимо перевести указатель манипулятора мышь на неверный вариант ответа, подтвердить выбор, получить сообщение, что ответ неверный и закрыть сообщение (рис. 3).

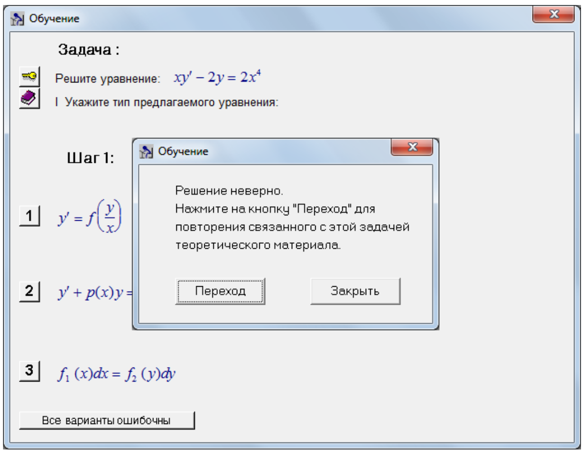


Рисунок 3 – Интерфейс тестирования в ЭУ «Мультимедиа-математика» при неправильном ответе на вопрос

Таким образом, по модели GOMS пользователь потратит на эти действия время:

$T_M = H + P + K + P + K + P + K + P + K + P + K + P + K = H + M + P + M + K + M + P + M + K + M + P + M + K + M + P + M + K + M + P + M + K + M + P + M + K = H + M + P + K + M + P + K + M + P + K + M + P + K + M + P + K + M + P + K = H + 6(M + P + K) = 0.4c + 6(1.35c + 1.1c + 0.2c) = 16.3c.$

При тестировании знаний в ЭУ «Практикум по физике» следует выполнить следующие действия: прочесть вопрос, перевести указатель манипулятора мышь на правильный вариант ответа, подтвердить правильный ответ на вопрос (рис. 3), перейти на следующий вопрос, перевести указатель манипулятора мышь на неверный вариант ответа, подтвердить выбор и нажать на кнопку «Проверить тест».

В соответствии с моделью GOMS в данном случае пользователь потратит на эти действия время:

$T_\Phi = H + P + K + P + K + P + K = H + M + P + M + K + M + P + M + K + M + P + M + K = H + M + P + K + M + P + K + M + P + K = H + 3(M + P + K) = 0.4c + 3(1.35c + 1.1c + 0.2c) = 8,35c.$

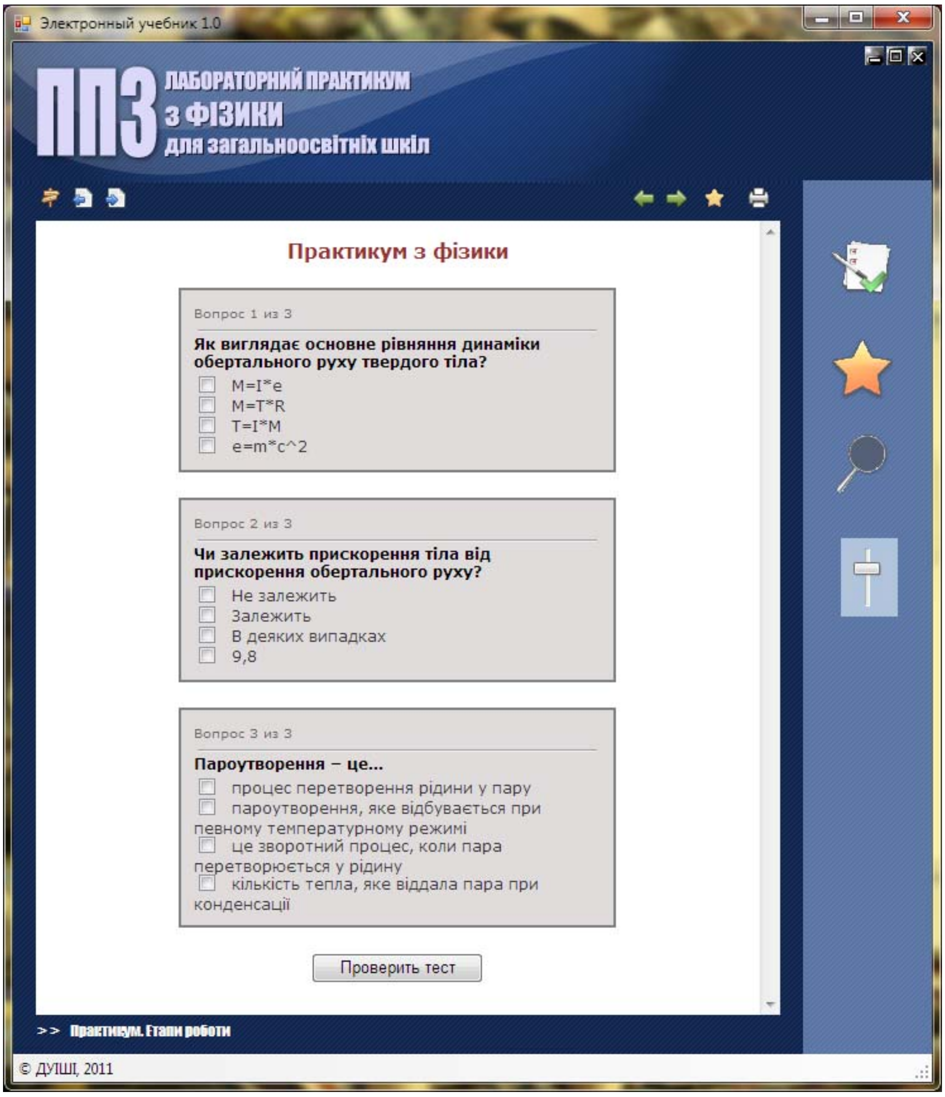


Рисунок 4 – Интерфейс тестирования в ЭУ «Практикум по физике»

Обсуждение

То, что $T_M > T_Ф$ означает, что пользователь со средними навыками и способностями тратит больше времени на работу с интерфейсом системы тестирования ЭУ «Мультимедиа-математика», чем с интерфейсом системы тестирования ЭУ «Практикум по физике». Эта количественная оценка пользовательских интерфейсов ЭУ совпадает с опытными данными, полученными при работе с учебниками группы студентов. Большинству испытуемых интерфейс тестирования ЭУ «Практикум по физике» показался более удобным, чем интерфейс ЭУ «Мультимедиа-математика». Для ЭУ «Мультимедиа-математика» это связано в первую очередь с затратами времени при работе с модальными диалоговыми окнами, которые выдаются после каждого вопроса и содержат сообщение о правильности / неправильности ответа, а также страничном представлении теста.

Дальнейший анализ интерфейсов показывает, что в обоих случаях переключение внимания на интерфейс в течение 16 и 8 секунд негативно сказывается не только на общем времени, отведенном на ответ, но и на восстановлении внимания на следующем вопросе, т.е. на процессе прохождения тестирования в целом. Поэтому рациональным является сокращение времени работы с интерфейсом.

К сожалению, создается впечатление, что современные интерфейсы разрабатываются программистами, которые стремятся все, что только можно, перенести на экран монитора, забывая, что многие функции можно выполнять с помощью клавиатуры гораздо быстрее, чем с помощью мыши, а следовательно, меньше времени занимать фокус внимания.

Известно, что через зрительный канал человек получает наибольшее количество информации. В интерфейсах с «мышками» зрительный канал неоправданно часто переключается на движение курсора и поиск требуемой «кнопки», т.е. в этот промежуток времени человек не получает никакой полезной информации. Кроме того, тратится дополнительное время на восстановление фокуса внимания после работы с «мышкой», что приводит к более быстрой утомляемости и снижению работоспособности.

Отметим один из недостатков «кнопок» на экране монитора – «мышкой» очень трудно научиться работать «вслепую», как этому можно научиться на клавиатуре. При «слепом» методе зрительный канал, а точнее фокус внимания, направлен и сосредоточен на получение информации и не отвлекается на посторонние функции. Однако научиться «слепому» методу вообще-то непросто, если кнопок на клавиатуре четыре десятка. С другой стороны, если кнопок 12, то сделать это гораздо проще. Например, с клавиатурой калькулятора или отдельной цифровой клавиатурой 101 клавишной клавиатуры персонального компьютера можно работать одной рукой, не глядя.

В целом системы тестирования построены на принципе выбора правильного ответа из предлагаемого набора. При этом оптимальным количеством ответов в наборе является 4 – 5 ответов. При меньшем количестве возрастает вероятность угадывания, при большем увеличивается время анализа ответов, особенно, если ответы близки по содержанию. То есть, если пользоваться клавиатурой, то достаточно 5-и клавиш. Эти клавиши (кнопки) мы и видим на экране электронных учебников.

Отметим также, что количество функций при тестировании невелико. Их можно свести к следующим: вернуться на предыдущий вопрос, если пользователь решил поменять ответ; перейти на следующий вопрос после ответа, отменить выбор ответа; получить результирующую оценку. Таким образом, вместе с номерами вопросов требуется всего 9 клавиш, даже меньше, чем для калькулятора. При условии, что в системах тести-

рования предусмотрен такой режим и человек часто ими пользуется, получить навык работы «вслепую» несложно, так как с 9-ю клавишами удобно работать тремя пальцами. На рис. 4 приведен вариант раскладки такой клавиатуры.

Возможно это рудимент программистов, когда в первых интерфейсах нас, как пользователей, удивляло и завораживало, что перемещение рукой мыши вызывает перемещение курсора на экране монитора. При этом все наше внимание поглощается этим действием.

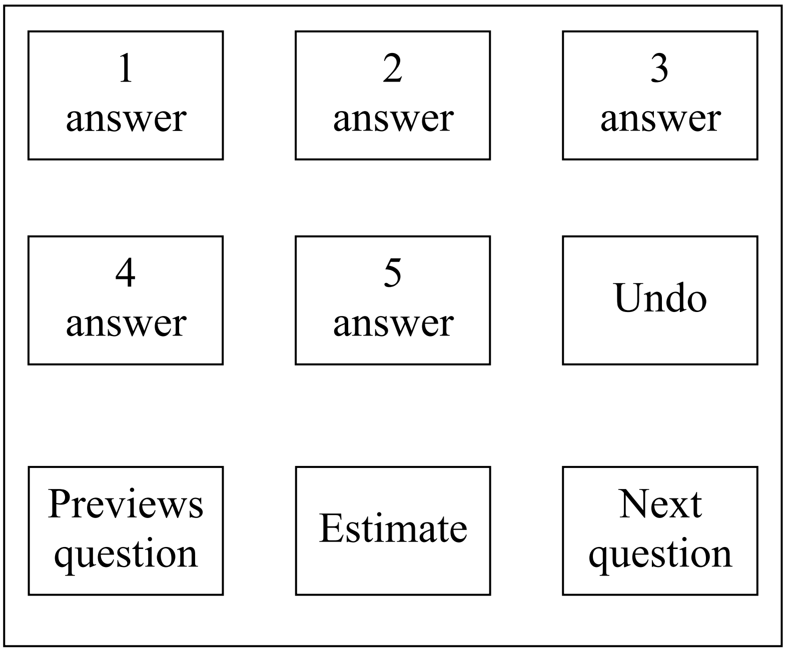


Рисунок 5 – Раскладка «клавиатуры» системы тестирования

С позиций модели GOMS использование такой клавиатуры в интерфейсе тестирования в несколько раз эффективнее использования манипулятора мышь. В данном случае зрительный канал человека не отвлекается на непроизводительные посторонние действия, к тому же время нажатия клавиш исчисляется долями секунды. При этом мы не настаиваем на отказе от графических интерфейсов. Пользователь вправе выбрать тот, который для него комфортнее для достижения главной цели – получения и оценки знаний.

Выводы

Результаты исследований показали, что модель GOMS применима для оценки пользовательских интерфейсов систем тестирования электронных учебников.

Результаты методологии GOMS дают разработчикам подобных средств важную информацию для поиска новых идей в интерфейсах систем тестирования.

Последнее время широкую популярность получили сенсорные экраны с Touch-интерфейсами. Предложенный подход к разработке «раскладки» клавиатуры можно использовать для различных приложений, использующих сенсорные экраны. Недостатком является то, что такой «клавиатуре» требуется дополнительная площадь на экране. Это будет уменьшать площадь для размещения полезной информации, кроме этого движения руки и пальцев могут заслонять полезную информацию. Таким образом, Touch-

интерфейсы будут эффективнее, чем графические интерфейсы, но будут уступать клавиатурным.

Литература

1. Раскин Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем / Раскин Д. ; [пер. с англ.]. – СПб. : Символ-Плюс, 2004. – 272 с.
2. Card Stuart. Moran and Allen Newell / Stuart Card, P. Thomas // The Psychology of Human Computer Interaction. Lawrence Erlbaum Associates. – 1983. – ISBN 0-89859-859-1
3. Бойко А.В. Представление структуры ППС в виде семантической сети на базе формата хранения данных LYK / А.В. Бойко, Н.М. Коротыч // «Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы – 2010» : материалы Восьмой международной научно-технической конференции. – Кацивели, Крым, 22 – 26 сентября 2010 г. – Донецк. – 2010.

Literatura

1. Raskin D. Interfejs: novye napravlenija v proektirovanii komp'juternyh sistem. SPb.: Simvol-Pljus. 2004. 272 s.
2. Card S. The Psychology of Human Computer Interaction. Lawrence Erlbaum Associates. 1983.
3. Bojko A.V. Predstavleniestruktury PPS v vide semanticheskoj seti na baze formata hranenija dannyh LYK. "Iskusstvennyj intellekt. Intellektual'nye sistemy – 2010": materially Vos'moj mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoj konferencii. Kaciveli. Krym. 22-26 sentjabrja 2010 g. Doneck. 2010.

О.С. Звенігородський, А.В. Бойко, С.Б. Іванова

Оцінка інтерфейсів тестових систем електронних підручників

У статті розглядається проблема оцінки інтерфейсів систем тестування електронних підручників. Проводиться порівняння інтерфейсів двох електронних підручників за методикою GOMS. Наводяться результати розрахунку, обговорюються варіанти інтерфейсів систем тестування знань електронних підручників.

A.S. Zvenigorodsky, A.V. Bojko, S.B. Ivanova

Estimation of Test System Interface of Electronic Textbooks

In the article the problem of estimating test system interface of electronic textbooks is examined. The comparison of two electronic textbooks by the GOMS methodology is made. The calculation results are given and alternative electronic textbook interfaces are discussed.

Статья поступила в редакцию 16.06.2011.